

# Ökosystemleistungen der Biodiversität für die Verbesserung der Wirtschaftsleistung im Steillagenweinbau nutzen und stärken

Workshopreihe Wissenstransfer 2023/2024



## Themen-Workshop 1

# Regionaler Klimawandel Ökosystemleistung Klimaregulation

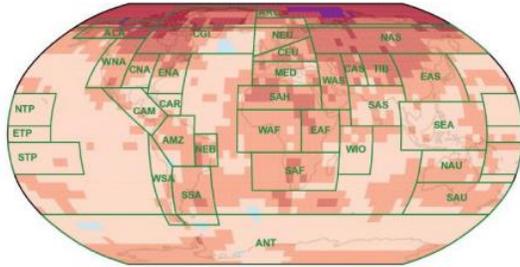
Dr. Barbara Köstner

Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden

LandCare gGmbH, Dresden



## Globaler Klimawandel



## Klimawandel – Chance & Gefahr

Risiken mindern, Chancen nutzen

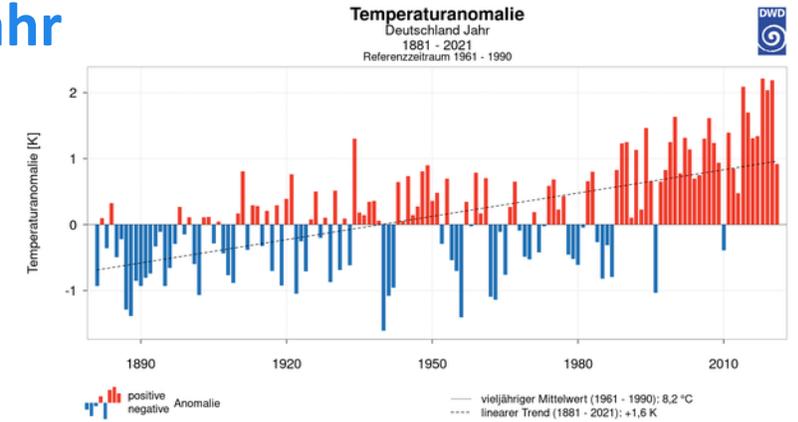
**LAND. KANN. KLIMA.**

**ZUKUNFTS FORUM** Ländliche Entwicklung

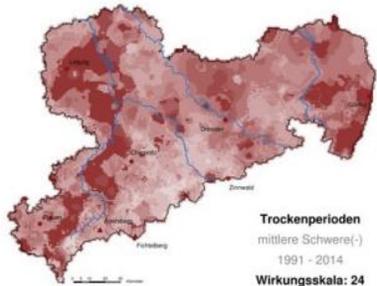
25. – 26.01.23

CityCube Berlin  
Hybridveranstaltung

Klimaschutz und Klimaanpassung in ländlichen Regionen



## Regionaler Klimawandel



**ReKIS**  
Karte erstellt im Auftrag des LfULG  
Geodatenbasis: © 2012  
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen  
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## Klimaanpassung



© dpa



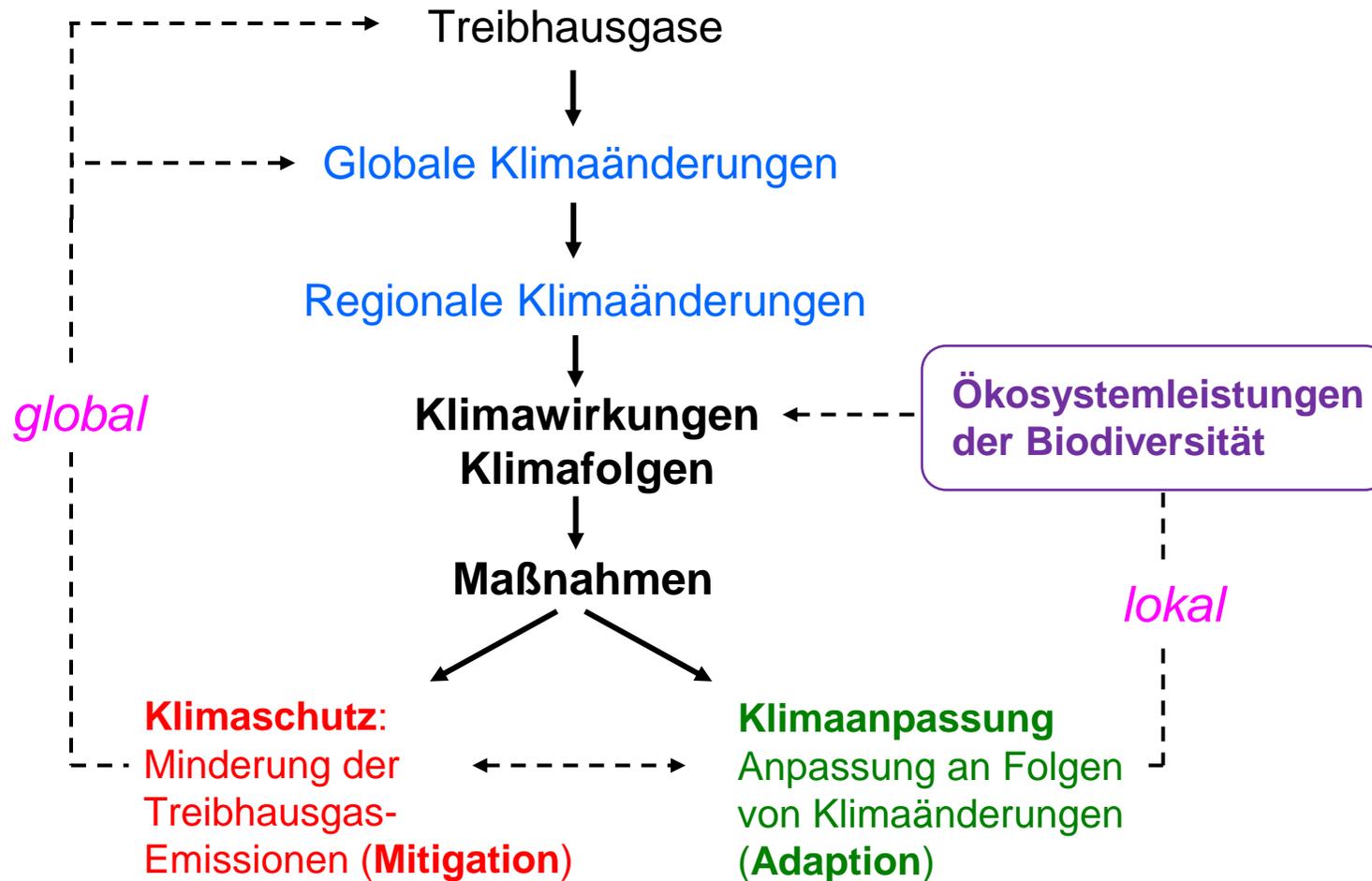
© LWG Veitshöchheim

## Klimaschutz



©LEA Hessen

# Wirkungsketten des Klimawandels



**Klimawandel** – *allgemeiner, populärer Begriff*

**Globaler Klimawandel** –

wissenschaftlich: *Globale Klimamodelle*      politisch: *internationale Verhandlungen, Klimaschutz*

**Klimaschutz** – *Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen („global denken – lokal handeln“)*

**Klimaänderungen** – *typischerweise quantifiziert, in Zahlen ausgedrückt*

**Klimawirkungen** – *einzelne (quantifizierte) Wirkungen, zum Beispiel auf Pflanzen*

**Klimafolgen** – *auch komplexere Wirkungen, auf die Gesellschaft (z.B. Hochwasser, neue Vorschriften)*

**Regionaler Klimawandel** – *regionale/lokale Auswirkungen, wichtig für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen*

**Klimaanpassung** – *Maßnahmen zur Reduktion von Schäden, Nutzung von Chancen  
(Erosionsschutz, Hitzeschutz, Bewässerung, andere Rebsorten, höhere Qualitäten)*



## Vulnerabilität (Verwundbarkeit)

ist ein Maß für Anfälligkeit eines **Ökosystems** oder **menschlichen Systems** gegenüber dem Klimawandel und für dessen Möglichkeiten, negative Wirkungen bewältigen zu können.

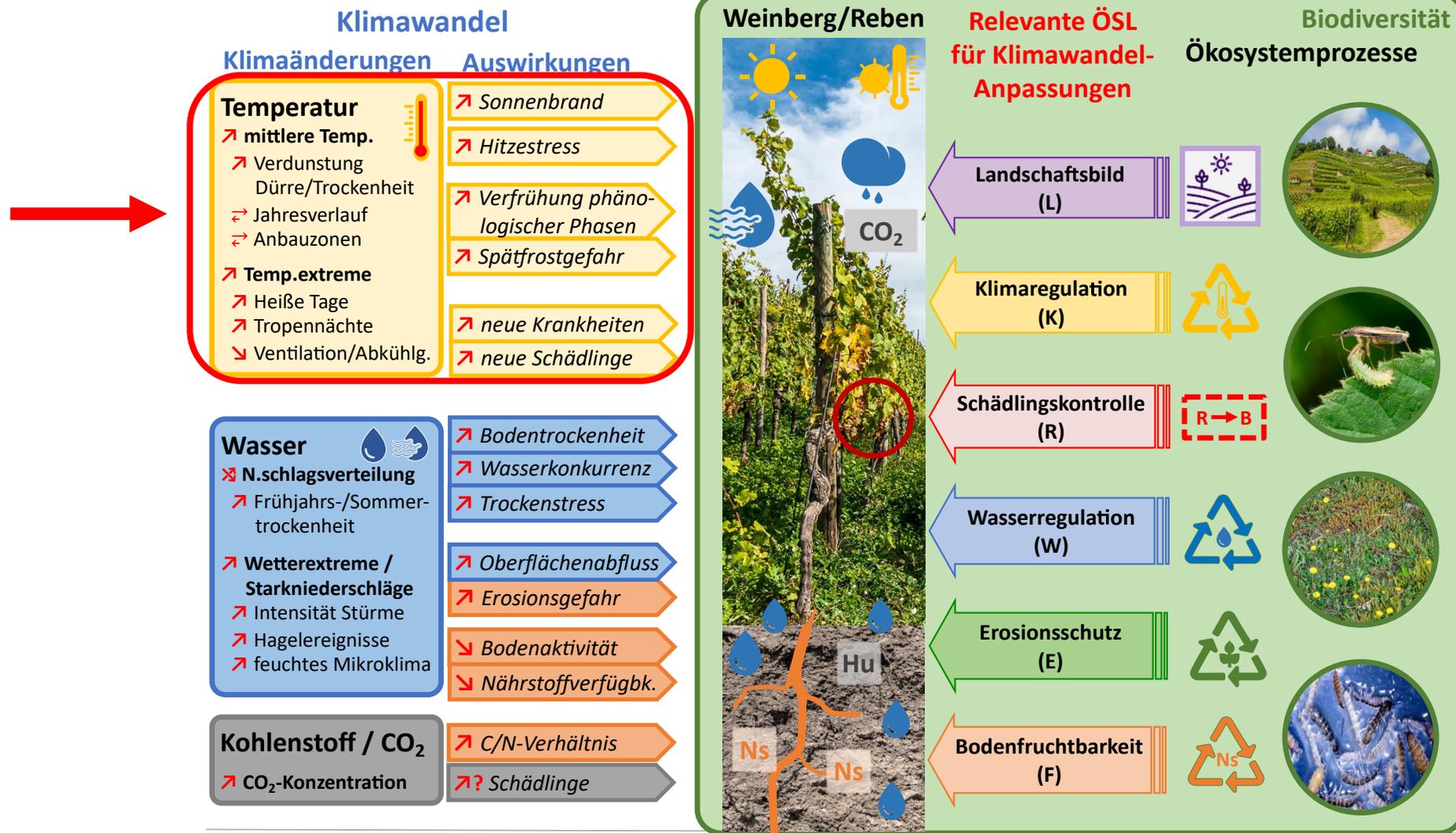
### Faktoren der Vulnerabilität

- Intensität der Klimaänderungen
- Exposition gegenüber Klimafaktoren
- Sensitivität des Systems
- **Anpassungskapazität** des Systems, u.a.  
**Angepasste Arten,**  
Bildung, Forschung,  
technische Lösungen,  
finanzielle Mittel,  
Zugang zu allen Mitteln der Anpassung,  
aktives Risikomanagement

### Weinberg-Steillagen

- ✓ Betroffenheit der Region
- ✓ verstärkt durch Steillagen, Südlagen
- ✓ geringer Wasserrückhalt, Gefahr von Bodenabtrag
- ✓ **Artenausstattung**  
**Verbesserung von Wissen und Wirtschaftlichkeit**

# Regionaler Klimawandel & Wirkungen auf den Weinbau



ReKIS  
Regionales Klimainformationssystem  
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN ReKIS KOMMUNAL ReKIS EXPERT

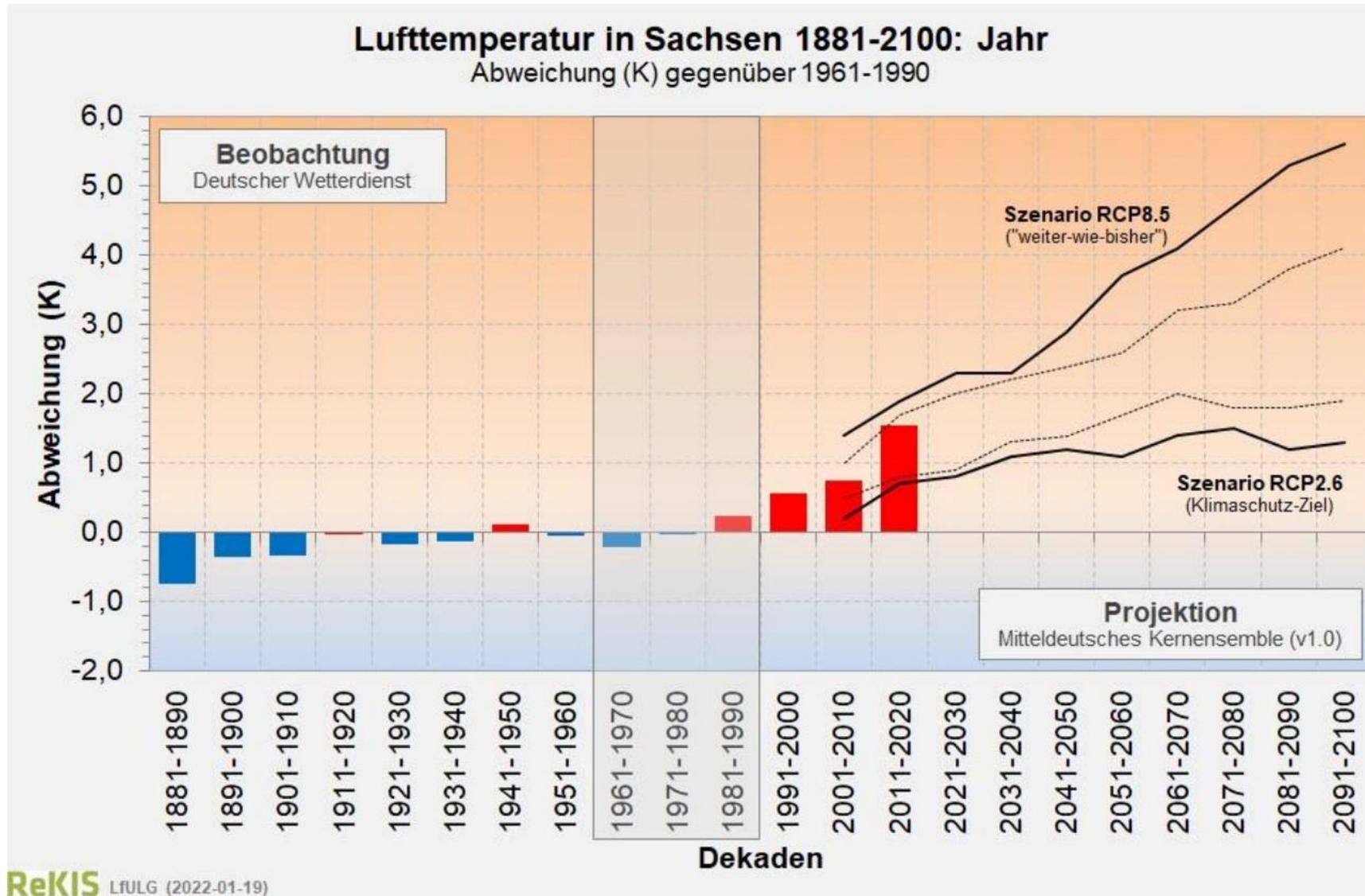
ReKIS WISSEN

Klima-Informationen aus den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

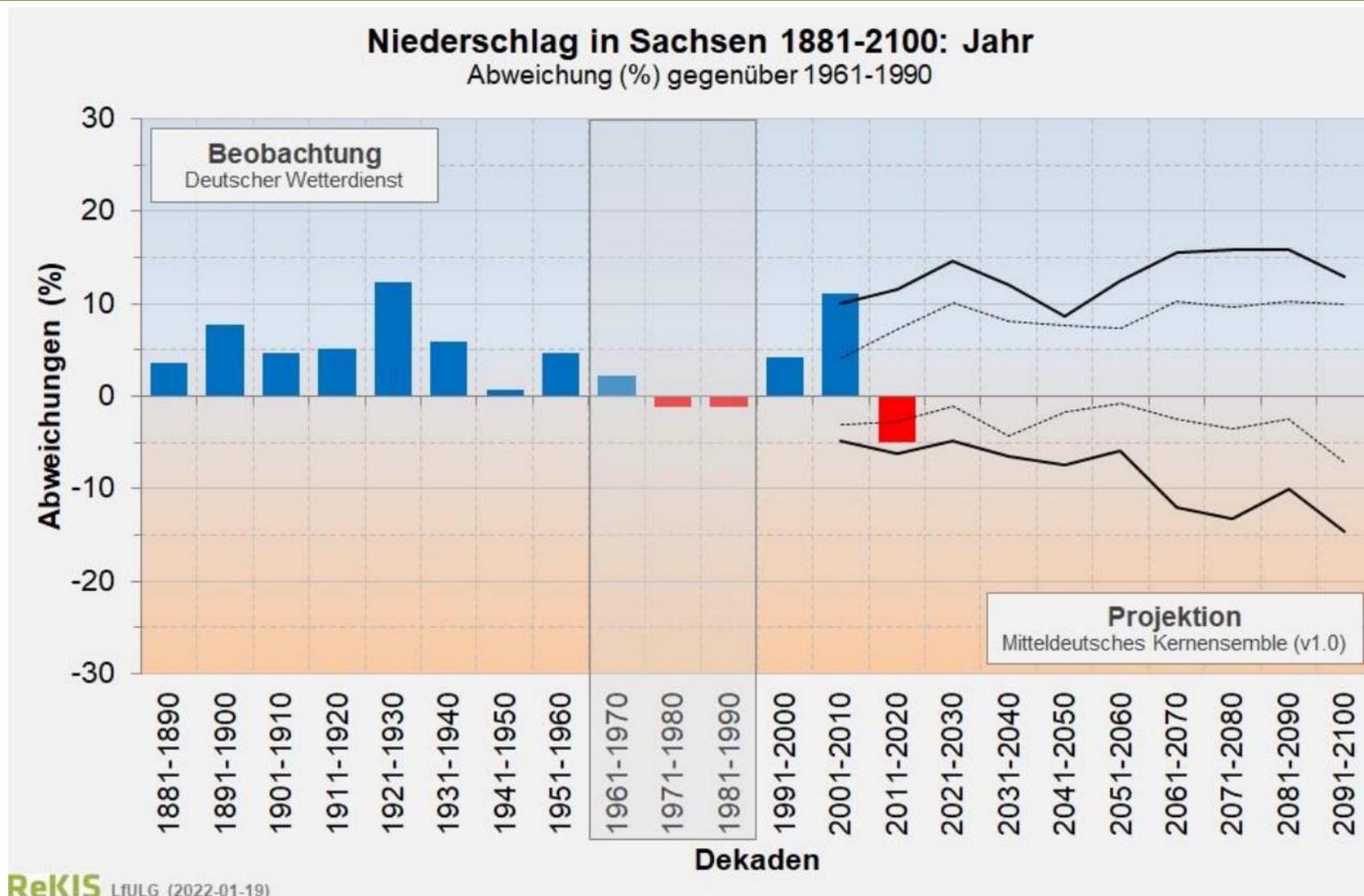
JETZT ANZEIGEN

ReKIS - REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, THÜRINGEN

# Änderung der mittleren Lufttemperatur in Sachsen



# Änderung der mittleren Niederschläge in Sachsen

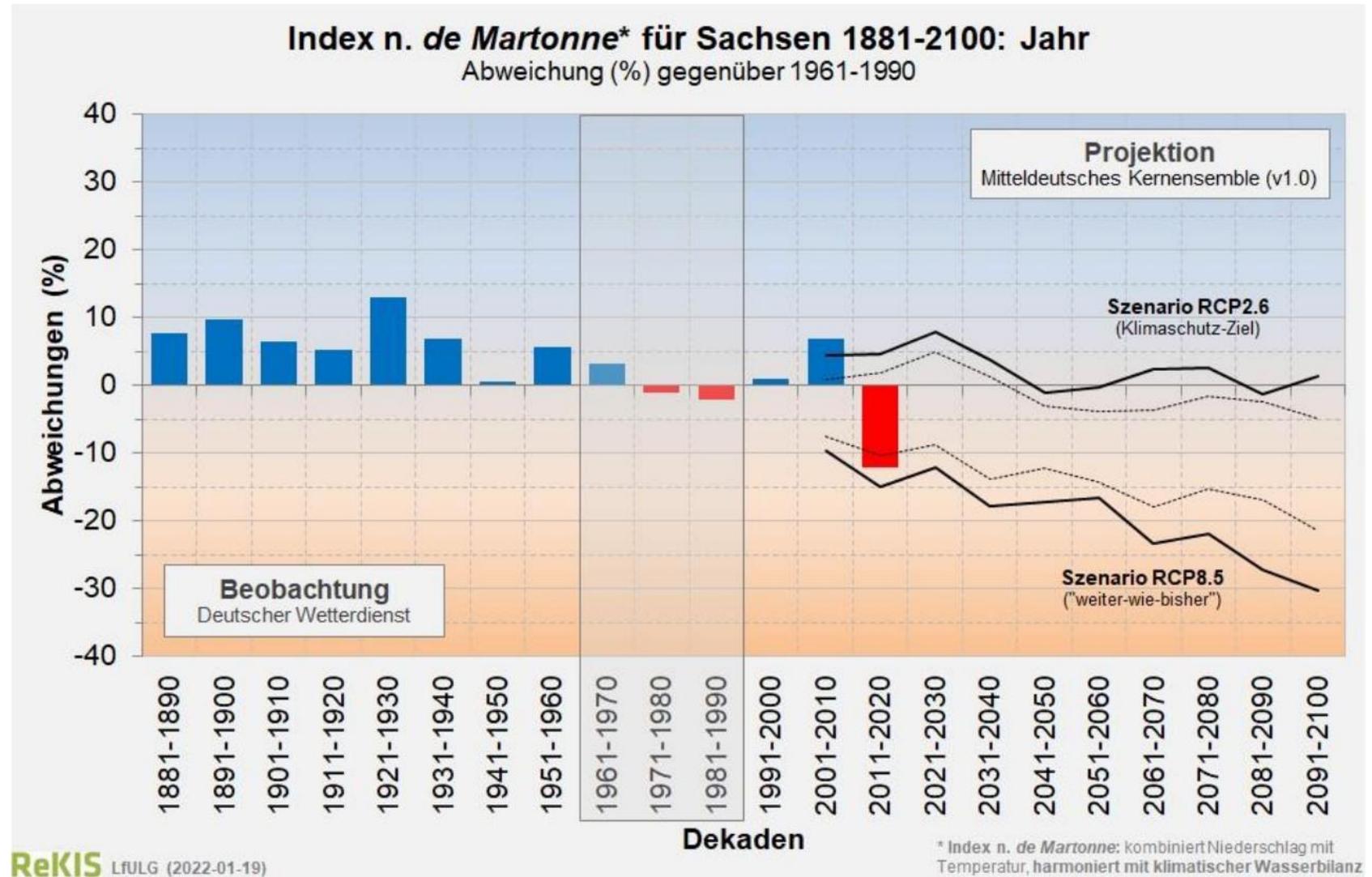


ReKIS LfULG (2022-01-19)

# Zunehmende Trockenheit

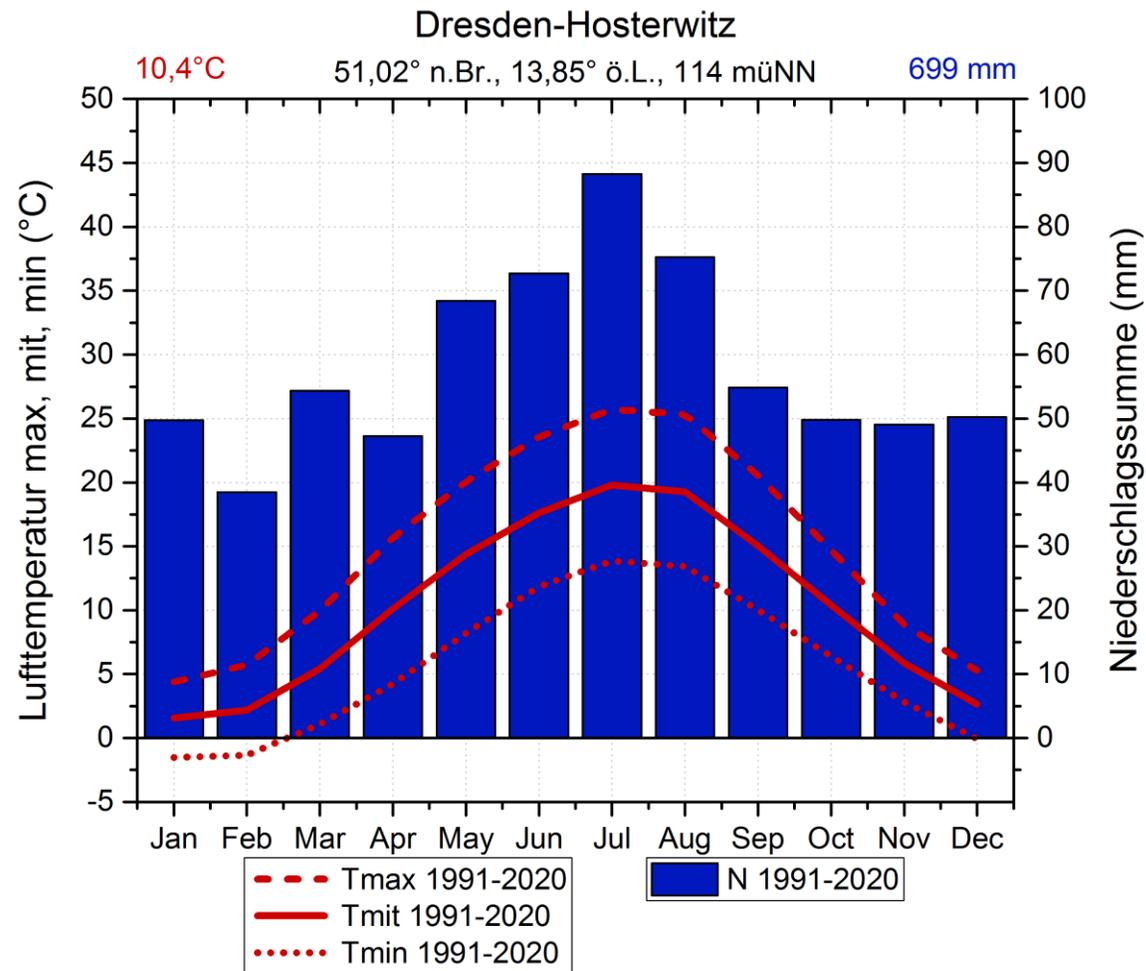
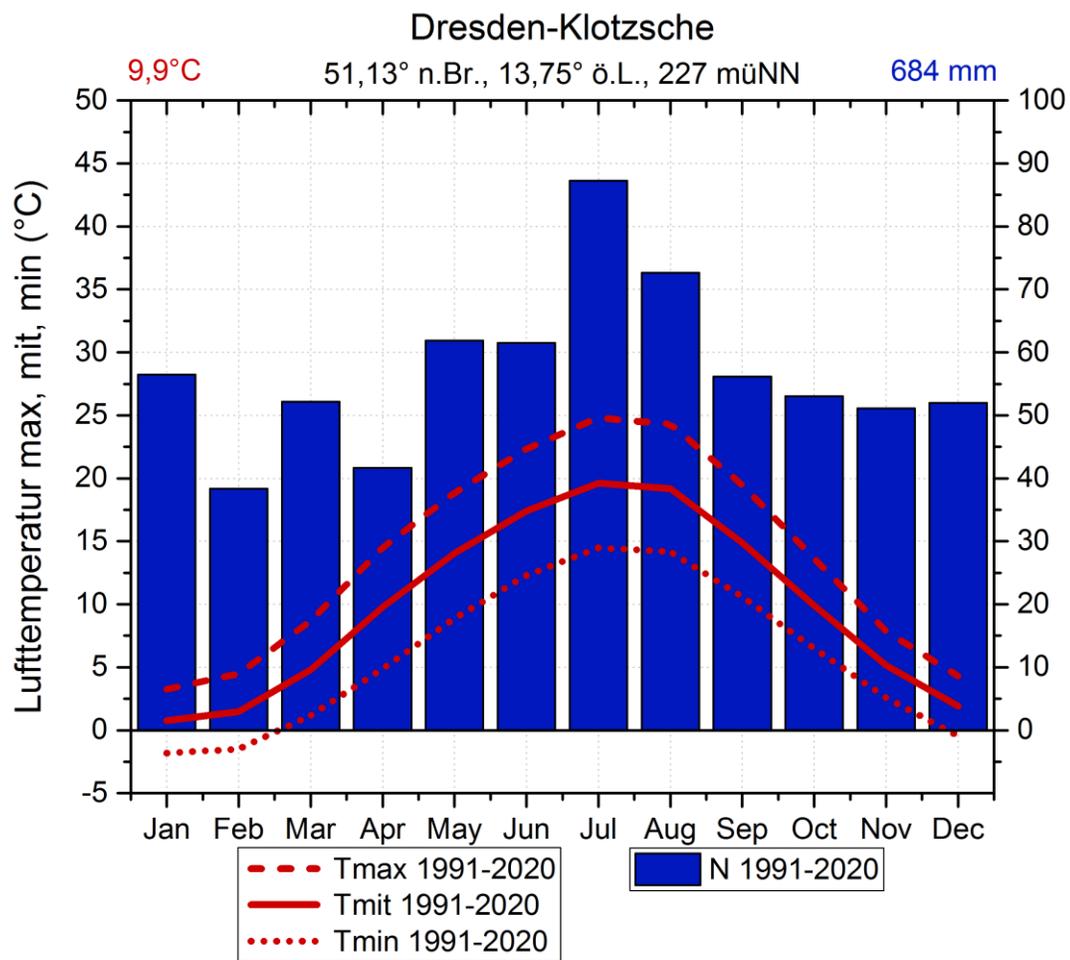
Trockenheitsindex nach De Martonne:

$$\text{Index} = \frac{\text{Niederschlag}}{(\text{Temp}+10)}$$



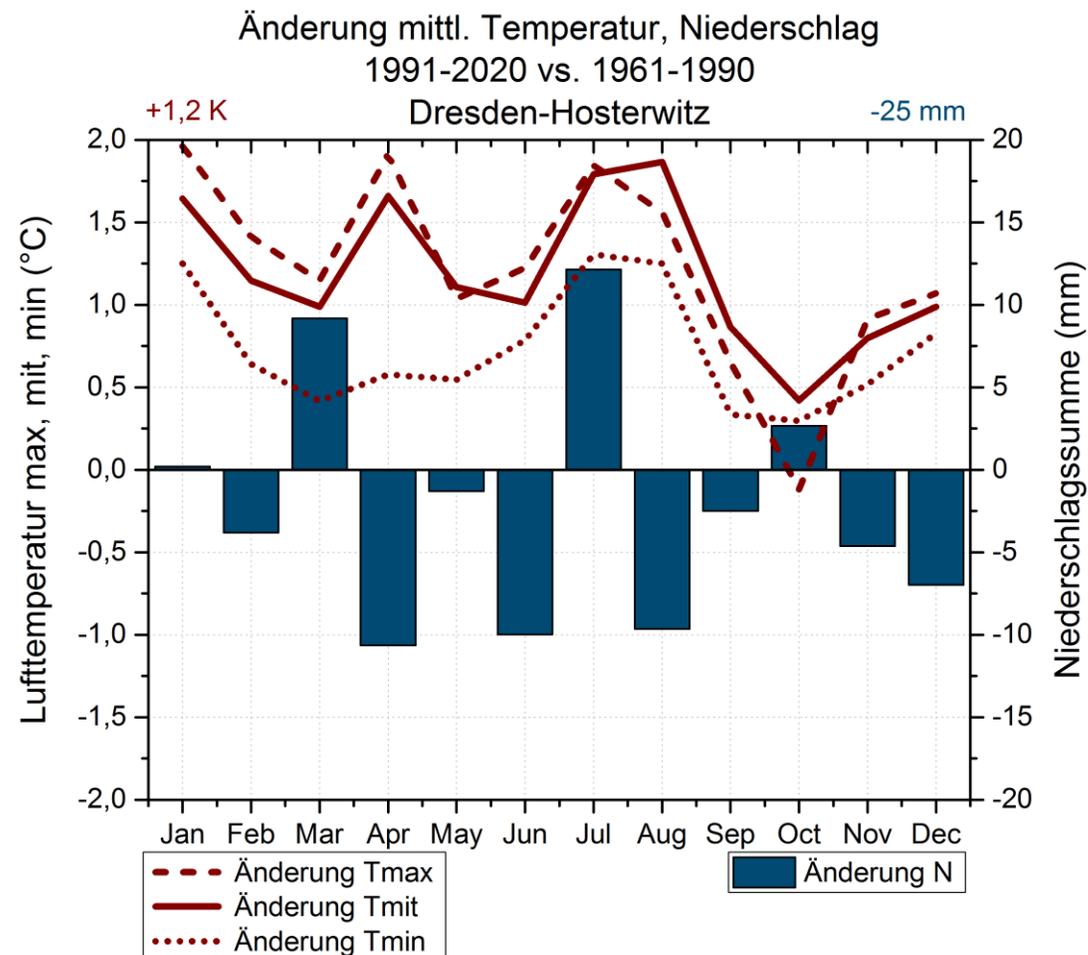
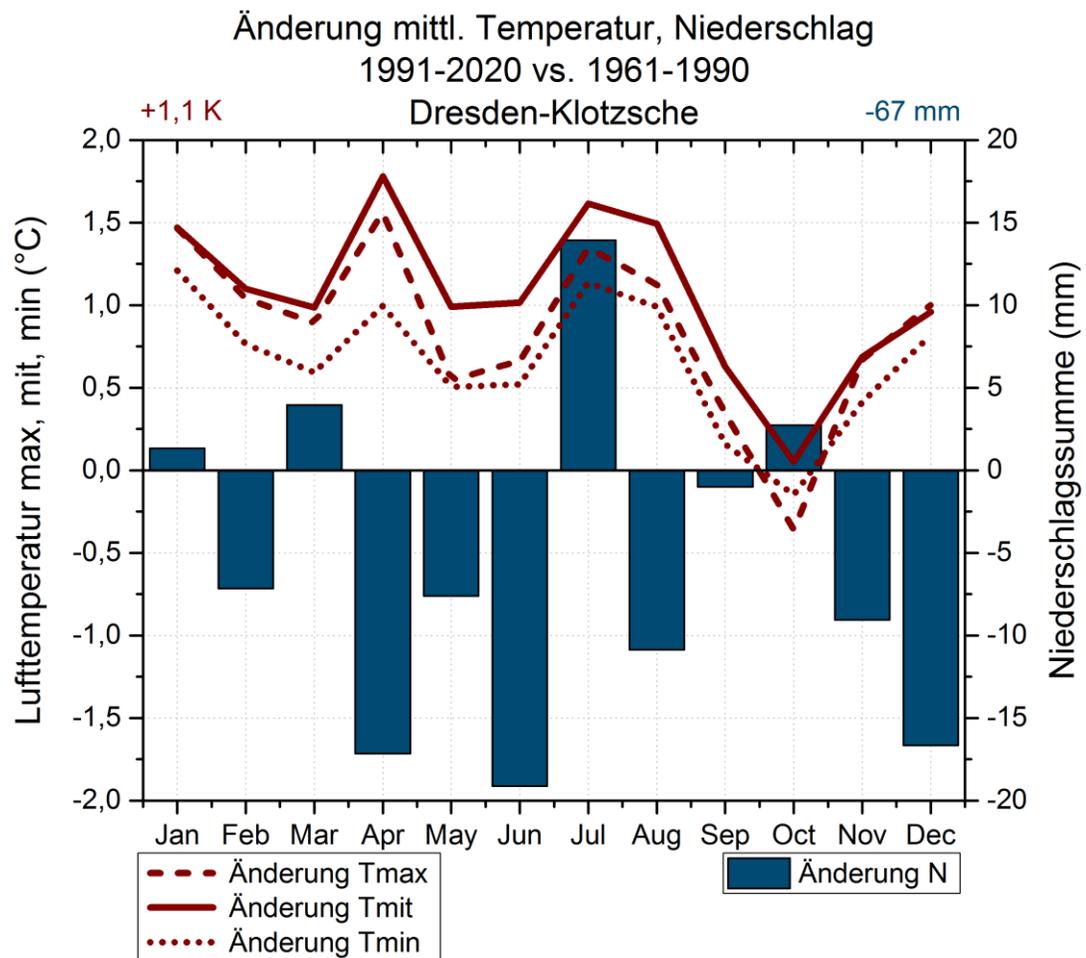


## Klimadiagramme Mittelwerte der Monatstemperaturen und monatlichen Niederschlagssummen 1991-2020

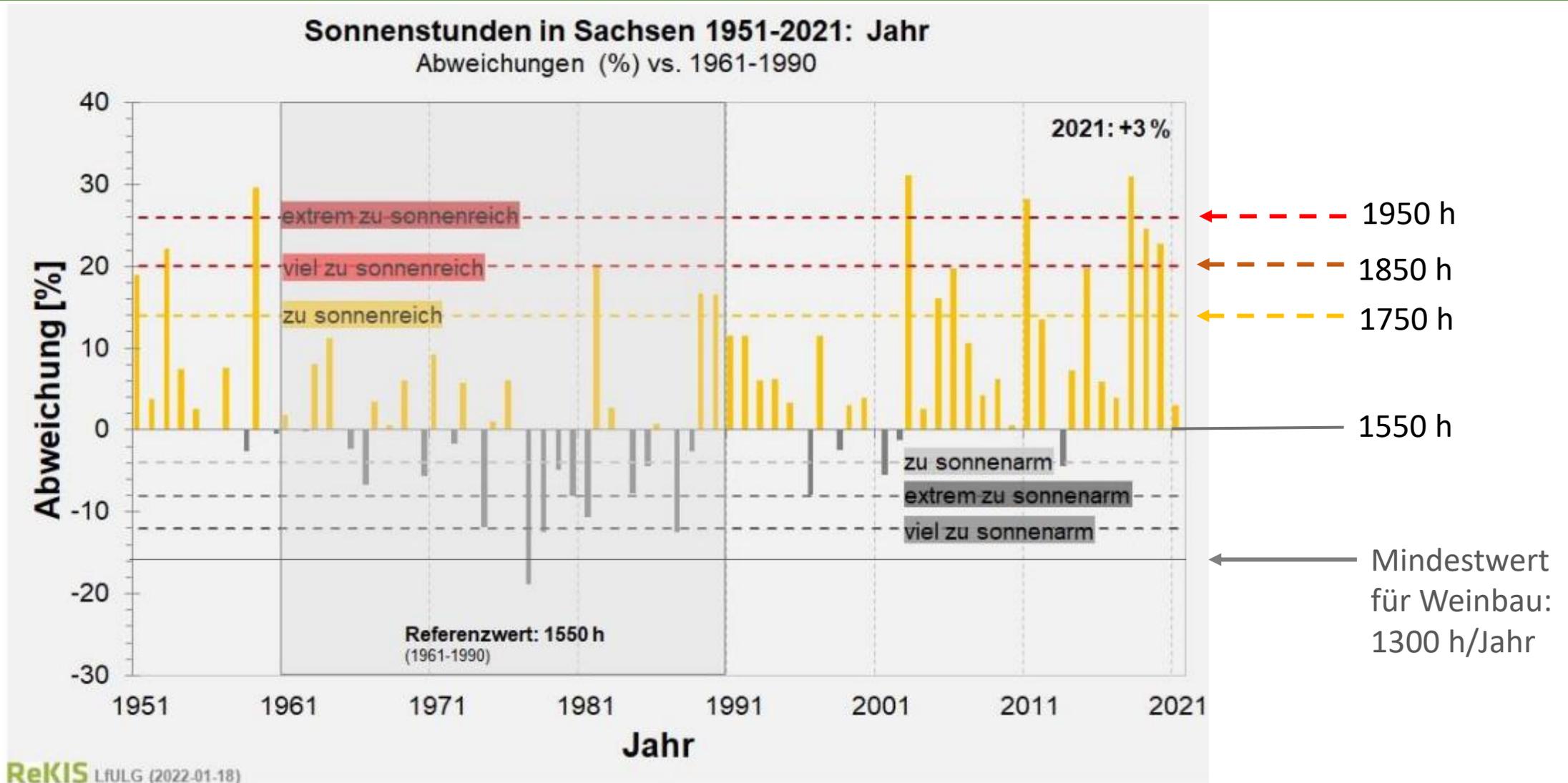




## Differenzdiagramme 1991-2020 im Vergleich zu 1961-1990



# Zunahme der Sonnenstunden



ReKIS  
Regionales Klimainformationssystem  
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN **ReKIS KOMMUNAL** ReKIS EXPERT

ReKIS WISSEN

Klima-Informationen aus den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

JETZT ANZEIGEN

EXPERTEN MODUS  
LÄNDERDATEN  
DATENANALYSE  
DATENSÄTZE  
INTERPOLATION

ReKIS - REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, THÜRINGEN



### HERAUSFORDERUNGEN

- > TEMPERATUR
- > NIEDERSCHLAG
- > TROCKENHEITSMERKMALE

### HANDLUNGSFELDER

- > GESUNDHEIT
- > BAUWESEN

### INFOS UND HILFSANGEBOTE

- > KLIMABEGRIFFE
- KOMMUNALE KLIMASTECKBRIEFE**



### EXPERTEN MODUS



LÄNDERDA-  
TEN



DATENANA-  
LYSE



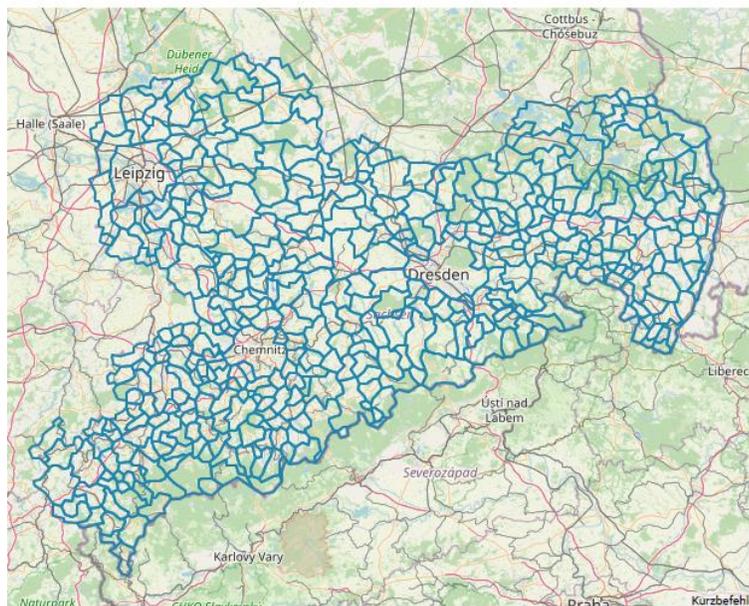
DATENSÄTZE



INTERPOLA-  
TION

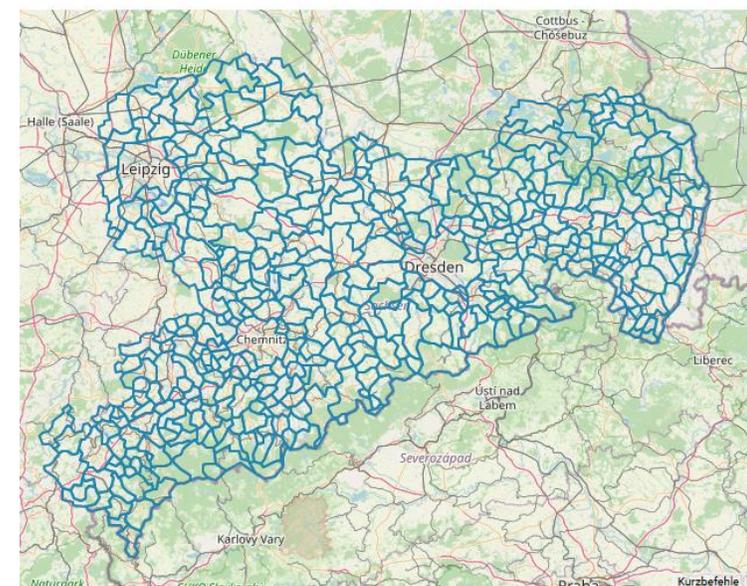
## Temperaturentwicklung

Bitte wählen Sie eine Kommune aus.



## Niederschlagsentwicklung

Bitte wählen Sie eine Kommune aus.



<http://rekis.hydro.tu-dresden.de/kommunal/sachsen-k/infos-und-hilfsangebote/kommunale-klimasteckbriefe>



## ReKIS

Regionales Klimainformationssystem  
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN **ReKIS KOMMUNAL** ReKIS EXPERT

SACHSEN SACHSEN-ANHALT THÜRINGEN



**HERAUSFORDERUNGEN**  
> TEMPERATUR  
> NIEDERSCHLAG  
> TROCKENHEITSMERKMALE

**HANDLUNGSFELDER**  
> GESUNDHEIT  
> BAUWESEN

**INFOS UND HILFSANGEBOTE**  
> KLIMABEGRIFFE  
**KOMMUNALE KLIMASTECKBRIEFE**

## Klimasteckbriefe



EXPERTEN  
MODUS

LÄNDERDA-  
TEN

DATENANA-  
LYSE

DATENSÄTZE

INTERPOLA-  
TION

### Lufttemperatur

Pirna

+2.6 °C

Temperatursteigerung  
bis 2050

**Klimainformationen**  
Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie

### Klimawandel in Ihrer Region

- Ab 2048 ist ein Jahr wie 2019 Durchschnitt
- Starke Zunahme von heißen Tagen/  
sommerlicher Hitze
- Dauerfrost wird immer weniger wahrscheinlich  
Kälteperioden werden abnehmen

### Wichtige Maßnahmen

- Erstellung eines Hitzeaktionsplanes
- Anpassung der Bauleitplanung und des  
Gebäudebestands an Hitze
- Schutz der Älteren und kleinen Kinder vor Hitze
- Notwendigkeit des Winterdienstes bleibt weiterhin b



### Niederschlag

Pirna

-12 %

Niederschlagsänderung  
im Sommer bis 2050

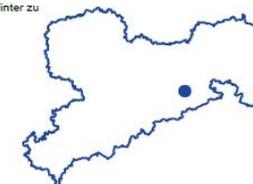
**Klimainformationen**  
Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie

### Klimawandel in Ihrer Region

- Der Jahresniederschlag ändert sich in der Zukunft nur geringfügig
- Allerdings gibt es Veränderungen innerhalb der Jahreszeiten
- Im Sommer nimmt der Niederschlag ab und im Winter zu

### Wichtige Maßnahmen

- Anpassung der Bauleitplanung an  
Wechsel von Starkregen und Trockenheit
- Anpassung der Kanalisation an  
Wechsel von Starkregen und Trockenheit
- Wasserrückhalt in der Fläche erhöhen
- Entsiegelung von Flächen
- Einplanung von höheren Kosten für  
die Pflege von Stadtgrün



ReKIS LfULG

<http://rekis.hydro.tu-dresden.de/kommunal/sachsen-k/infos-und-hilfsangebote/kommunale-klimasteckbriefe>

## Zusammenfassung einiger Kennwerte für Orte im Elbtal

Ereignistage												
1961-1990 und Änderung von 1991-2019 im Vergleich zu 1961-1990												
	Sommertage (Tmax > 25°C)			Heiße Tage (Tmax > 30°C)			Frosttage (Tmin < 0°C)		Eistage (Tmax < 0°C)			
	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Abnahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Abnahme Tage/Jahr		
Diera-Zehren	40	12	51	8	2	28	88	-10	20	-5		
Meißen	38	12	51	6	3	30	86	-6	23	-7		
Weinböhla	39	9	48	6	2	28	80	-1	22	-5		
Coschütz	38	9	48	6	3	28	80	0	22	-5		
Radebeul	40	6	46	6	3	28	78	-4	22	-5		
Dresden	39	7	45	6	2	24	81	-2	21	-3		
Pirna	38	6	45	5	2	24	88	-5	22	-5		
<b>Mittelwert</b>	<b>38,9</b>	<b>8,7</b>	<b>47,7</b>	<b>6,1</b>	<b>2,4</b>	<b>27,1</b>	<b>83,0</b>	<b>-4,0</b>	<b>21,7</b>	<b>-4,0</b>		



## Zusammenfassung einiger Kennwerte für Orte im Elbtal

Tage mit Starkregen			
1961-1990 und Änderung von 1991-2019 im Vergleich zu 1961-1990			
	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr
Diera-Zehren	36	2	23
Meißen	34	4	25
Weinböhla	35	3	23
Coschütz	36	2	23
Radebeul	36	2	26
Dresden	35	4	19
Pirna	36	7	26
<b>Mittelwert</b>	<b>35,4</b>	<b>3,4</b>	<b>23,6</b>



$$IH = \sum_{1/04}^{30/09} \left[ \frac{(T_{mj} - 10) + (T_{xj} - 10)}{2} \right] k$$

## Heliothermalindex nach Pierre Huglin

$T_{mj}$ : mittlere Tagestemperatur;  $T_{xj}$ : maximale Tagestemperatur;  
Basistemperatur: 10

$k$ : Faktor für Tageslänge (1,06 für 50°N)

1500 = Muller-Thurgau, Portugais bleu.  
1600 = Pinot blanc, Pinot gris, Aligoté, Gamay, Gewurztraminer.  
1700 = Pinot noir, Chardonnay, Riesling, Sylvaner, Sauvignon, Melon.  
1800 = Cabernet franc, Blaufrankisch.  
1900 = Cabernet Sauvignon, Chenin blanc, Merlot, Sémillon, Riesling italien.  
2000 = Ugni blanc.  
2100 = Cinsaut, Grenache, Syrah.  
2200 = Carignan.  
2300 = Aramon.

Huglin (1978)

**1500: Müller-Thurgau**

**1600: Weißburgunder, Grauburgunder, Chardonnay, Gewürztraminer, Sauvignon blanc**

**1700: Spätburgunder, Riesling, Sylvaner, Gamay**

**1800: Cabernet franc, Merlot**

**1900: Cabernet Sauvignon, Chenin blanc, Semillon, Ital. Riesling**

**2000: Ugni blanc, Grenache, Syrah**

**2100: Cinsaut**

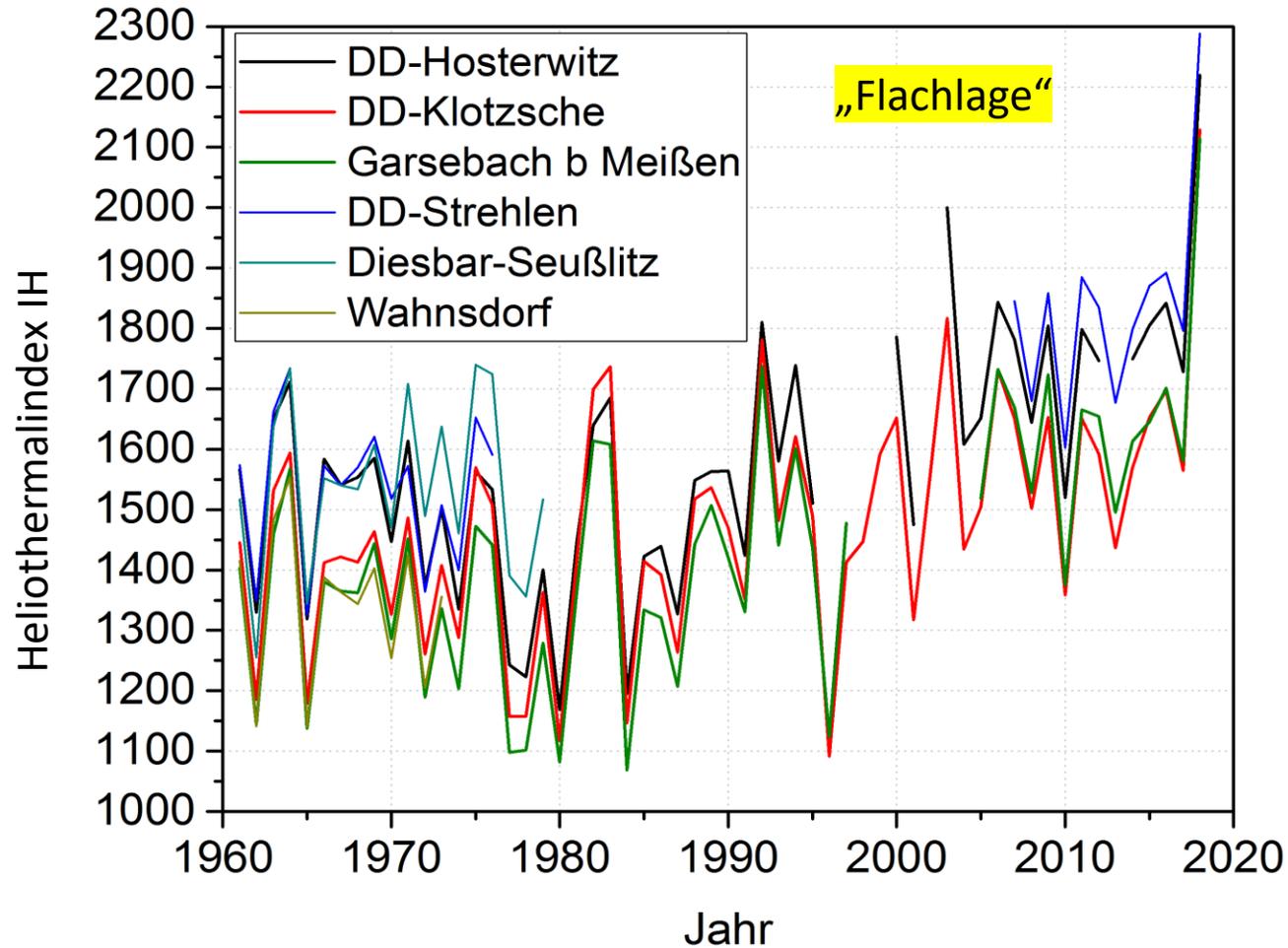
**2200: Carignan**

**2300: Aramon**

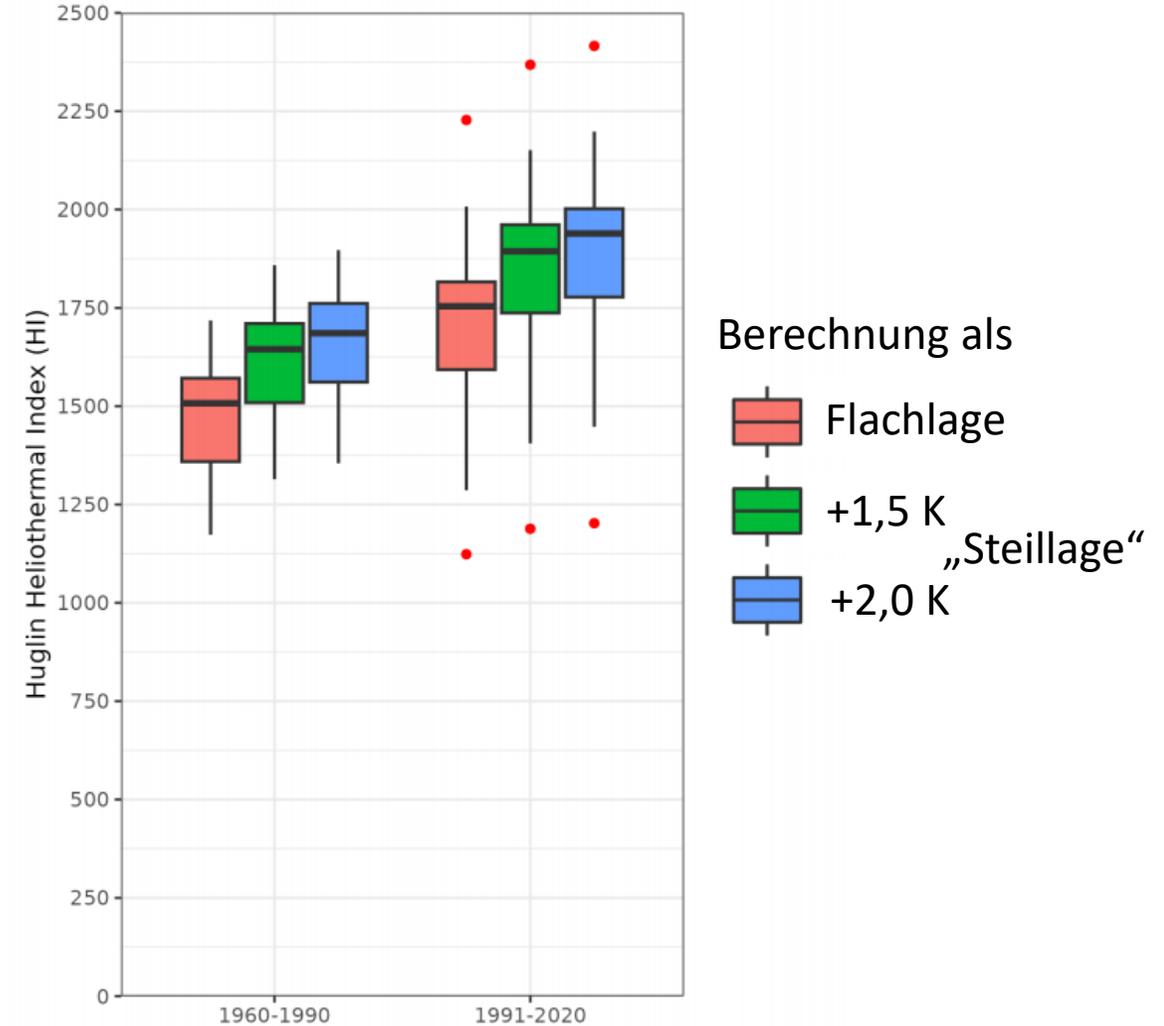
(Hofmann, Hoppmann, Schultz, Vortrag 2006)



## Heliothermalindex nach Huglin für Klimastationen in Sachsen



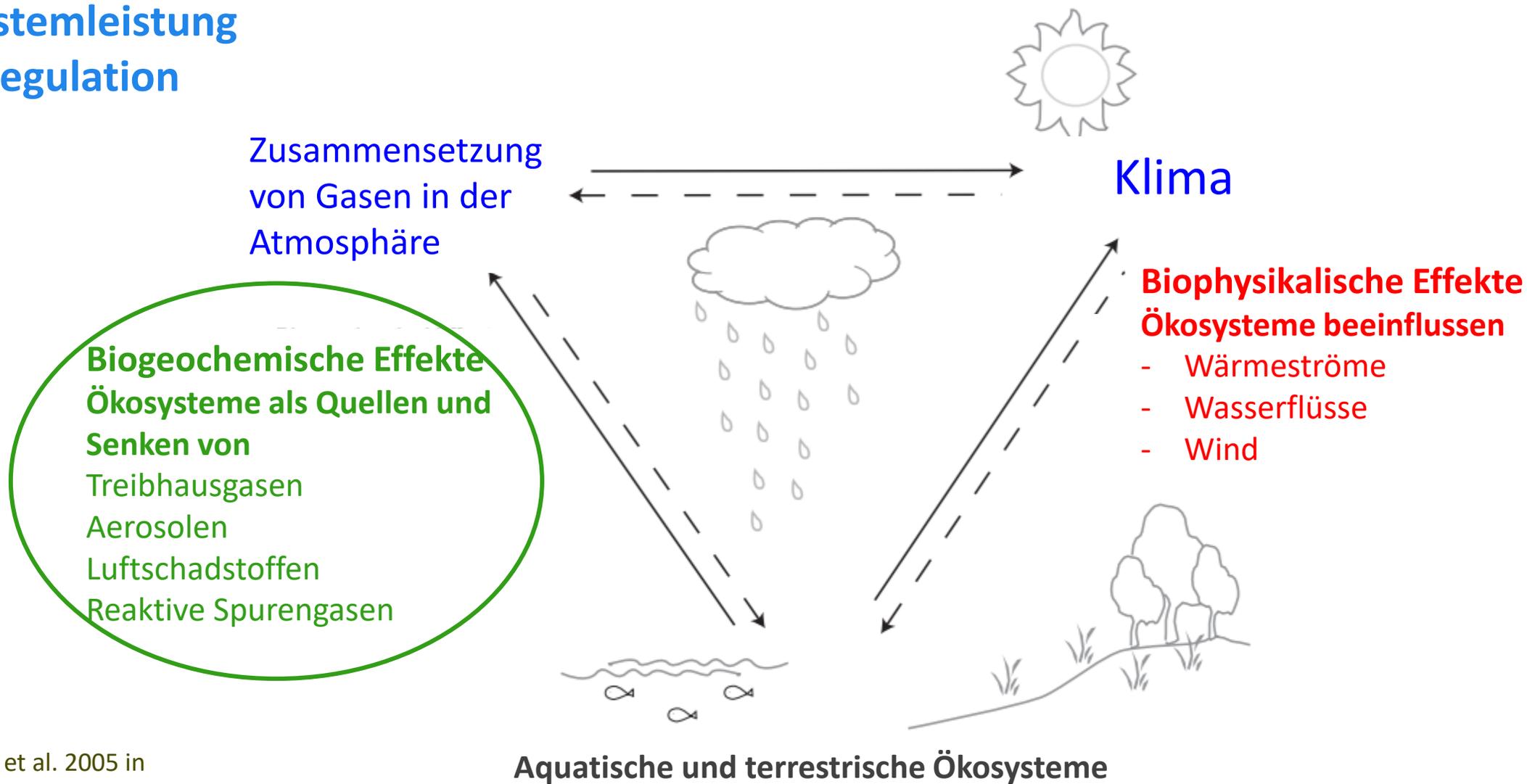
## Dresden-Hosterwitz



- Zunahme der **mittl. Lufttemperatur** bis 2020 bereits ca. 1 °C, **letzte Dekade extrem**
- Zunahme der **Temperaturspannen** (T<sub>min</sub>-T<sub>max</sub>) innerhalb der Monate;
- große **Temperatursprünge** zwischen aufeinanderfolgenden Monaten im Frühjahr (Unterschied der Monatsmittel bis 7°C).
- Trend der **Frosttage** (T<sub>min</sub> < 0°C) abnehmend, regional unterschiedlich, aber Verfrühung der **Vegetationsentwicklung** → **Spätfrostschäden** weiterhin möglich; Abnahme von **Eistagen**
- Zunahme von **Heißen Tagen** (T<sub>max</sub> > 30°C) und **Tropennächten** (T<sub>min</sub> > 20°C, nächtl. Verdunstung)
- Zunahme von **Sonnenstunden**, → **Anstieg Heliothermalindex**
- Abnahme der **Jahresniederschläge**, vor allem **Frühjahr bis Frühsommer** (Apr.-Juni) → Zunahme von **Trockenheit**
- Zunahme von **Starkregenereignissen** im Sommer → **höhere Erosionsgefahr**



## Ökosystemleistung Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in  
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13



## Als Ökosystem(dienst)leistung:

### Ökosysteme als Senke von Treibhausgasen

Reduktion von Treibhausgasen durch langfristige Aufnahme von Treibhausgasen, besonders Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), in die Ökosysteme (**Kohlenstoff-/C-Senken**), zum Beispiel Aufnahme durch

- **Meeresalgen**, langfristige Ablagerung am Meeresboden
- **Wälder**, langfristige Speicherung im Boden (Humus, Kohle) und im Holz
- **Grasländer und landwirtschaftliche Systeme**, langfristige Speicherung im Boden (Humus)

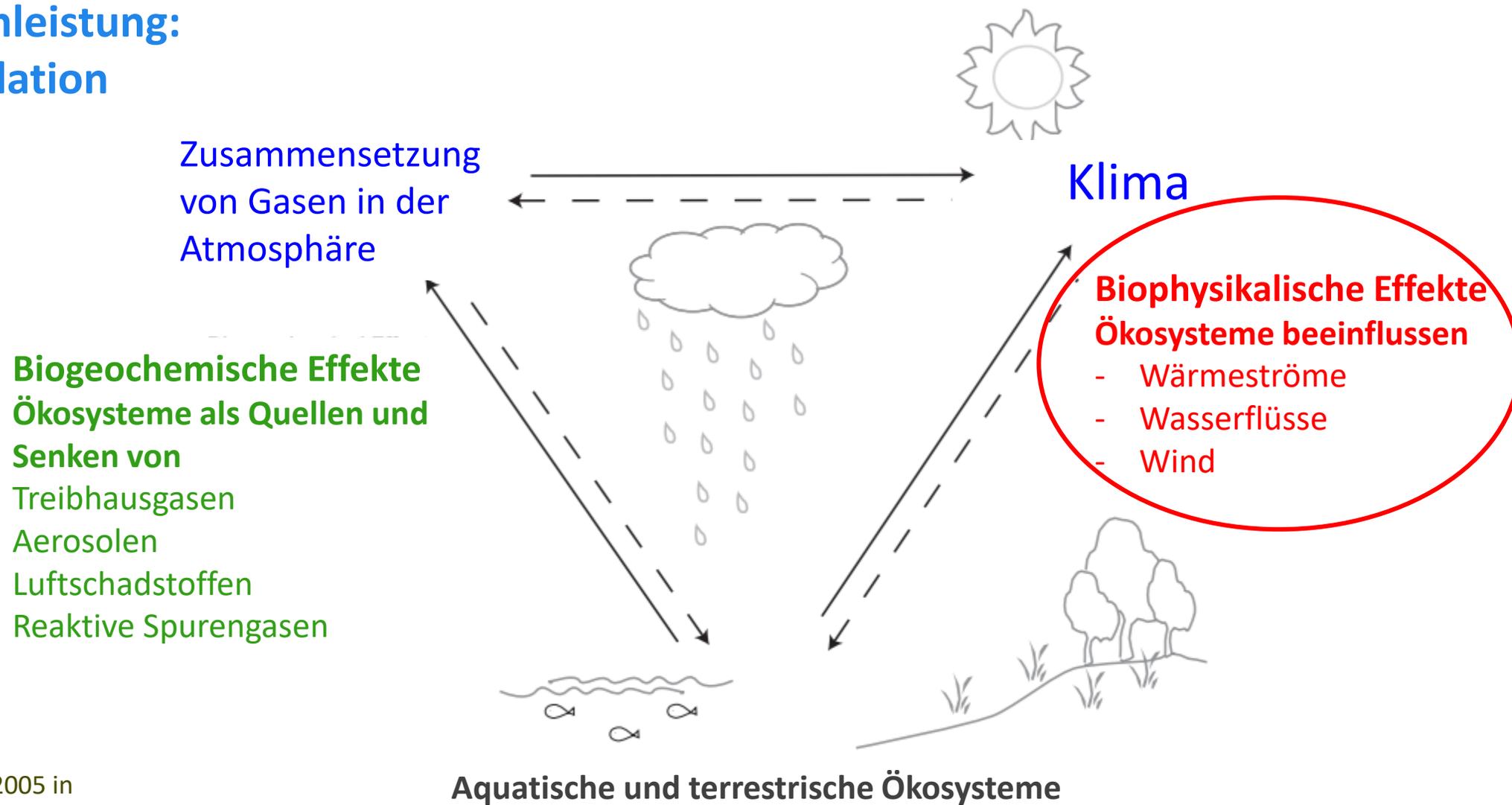
### Weinanbaugebiete:

C-Senke begrenzt, da Flächenanteil weltweit vergleichsweise niedrig, Biomasse pro Flächeneinheit vergleichsweise niedrig, unterirdischer organischer Kohlenstoff (Wurzeln, Humus) niedrig im Vergleich zu Wäldern





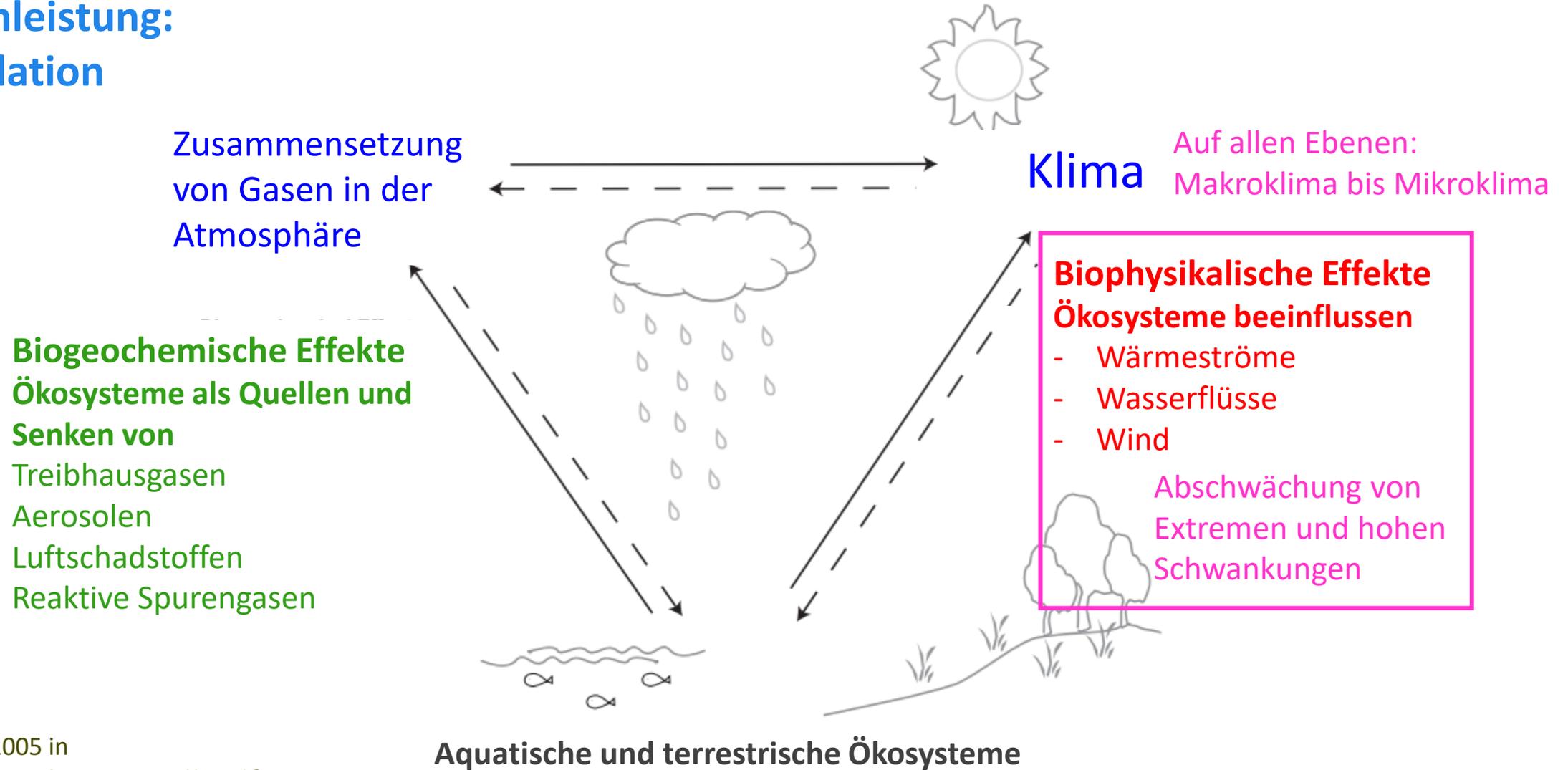
## Ökosystemleistung: Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in  
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13



## Ökosystemleistung: Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in  
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13

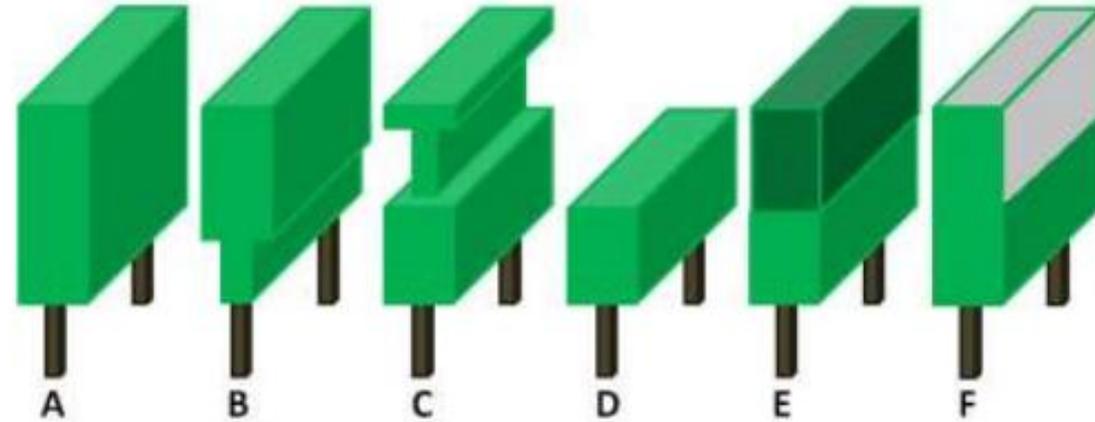


## Kann der Winzer das Mikroklima steuern?

„Diese Frage muss eindeutig bejaht werden.“

Nach Hoppmann, Schaller, Stoll (2017):  
**Terroir. Wetter Klima Boden**  
Ulmer, 2. Aufl., S. 189

### Beispiel: Laubwandmanagement



A normale LW-Höhe  
B Entblätterung in der Traubenzone  
C Entblätterung über der Traubenzone

D starker Sommerschnitt  
E Applikation transpirationshemmender Öle  
F Schattiernetz mit unterschiedlichen Schattierwerten

nach Stoll, Tittmann & Schultz (2012)

### BIODIVina:

*Ja, auch durch Bodenvegetation und ihre selektive Förderung durch die Bewirtschaftung*

# Klimaregulation im Weinberg: Strukturen & Merkmale



**Strahlung**  
**Temperatur**  
**Feuchte**  
**Wind**  
**Extreme**



Rebzeilen

Gelände

Mauern, Steinriegel

Rebenalter

Traubenstruktur

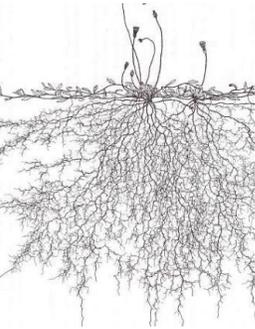
Laubwandstrukturen

Oberflächenfarben

Wurzeltiefen/-dichten

Deckungsgrad/Offener Boden

Pflanzenhöhen



Fotos: © R. Achtziger



## Zusammenfassung



# Klimaregulation im Weinberg: Strukturen & Merkmale



**Strahlung**  
**Temperatur**  
**Feuchte**  
**Wind**  
**Extreme**



Rebzeilen

Gelände

Mauern, Steinriegel

Rebenalter

Traubenstruktur

Laubwandstrukturen

Oberflächenfarben

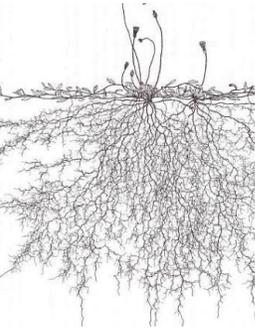
Deckungsgrad/Offener Boden

Wurzeltiefen/-dichten

Pflanzenhöhen



Fotos: © R. Achtziger





## Biophysikalische Effekte

### Prozesse

### Steuerungsfaktoren

#### Strahlungshaushalt

Strahlungsabsorption=Einstrahlung–Reflexion); Anteil der reflektierten Strahlung an der Einstrahlung (= **Albedo**) (hell: hohe Reflexion, dunkel: niedrige Reflexion), → dunkle Körper erwärmen sich stärker

Tageslänge/Breitengrad, Exposition und Neigung des Geländes, **Bewuchs/Deckungsgrad**, Albedo abhängig von der **Farbe des Untergrunds**, hell: weißfilzige Blätter, Sand, hellgrüne Blätter; dunkel: brauner Boden, dunkles Gestein, dunkelgrüne Blätter

#### Wärmehaushalt

Umwandlung absorbiertes Strahlung in Wärme; **Wärmespeicherung** (Boden, Pflanzen, Gestein); → feuchte, dichte Körper haben eine höhere Wärmekapazität; Wärmeabgabe an die kühlere Umgebung → Erwärmung der Umgebungsluft

**Masse, Dichte, Beschaffenheit**, Dauerhaftigkeit, **Wassergehalt** der Komponenten (Gestein, Boden, Pflanzen), Boden: Tiefgründigkeit, Humusgehalt; Pflanzen: Dauer-/saisonale Kulturen, Nutzpflanzen, Begleitpflanzen, Gehölze, Kräuter, Gräser



## Biophysikalische Effekte

**Wind, Turbulenz, Ventilation**

Verursachung von Temperaturunterschieden, Luftströme, Verstärkung (Kanalisation), Abschwächung (Reibung), Verwirbelung, Durchlüftung

## Prozesse/Funktionen (Flüsse & Speicher)

**Wasserhaushalt**

Interzeption von Niederschlag (Benetzung); Versickerung; Oberflächenwasserabfluss; Wasseraufnahme,-speicherung; Quellung; Wassertransport; Verdunstung, **Verdunstungskühlung** durch Energieentzug aus der Umgebung; Transpiration der Pflanzen, Transpirationskühlung;

## Steuerungsfaktoren

Höhenlage; Geländeform; Beschaffenheit der Umgebung; **Rauhigkeit** der Oberfläche; **Deckungsgrad, Höhe, Dichte der Vegetation**; Verteilung von Pflanzen; Blattgröße, Blattflächendichte, Traubendichte

Steilheit des Geländes; Größe von Oberflächen, die Wasser aufnehmen können; Volumen von Komponenten, die Wasser speichern können: **Wasserspeicherung von Boden** (Porigkeit, Humusgehalt) und **Pflanzen** (Blätter, Sproß, Wurzeln), Größe von Oberflächen, die Wasser verdunsten können; unkontrolliert: offener Boden; kontrolliert: Blattfläche von Pflanzen, Anteil der **Anpassungstypen der Pflanzen** („Wassersparer/Wasserverschwender“, Tiefwurzler/Flachwurzler)

# Klimaregulation im Weinberg: Zusammenfassung



**Lockere Trauben:**  
Belüftung ↗  
Wärme ↘



**Hohes Rebenalter:**  
Wärme-, C-Speicher ↗, tiefe  
Wurzeln: Trockentoleranz ↗



**Rebzeilen:**  
Durchlüftung ↗ Kanalisierung  
von Luftströmen ↗



**Steiles Gelände:**  
Einstrahlung ↗ Luftströme ↗  
Kaltluftabfluss ↗

**Beschattung von  
Freiflächen:**  
Austrocknung ↘  
Überhitzung ↘



**Mauern, Steinriegel**  
Wärmespeicher ↗  
Wärmeabgabe ↗  
Strahlungseintrag in  
die Umgebung ↗



**Lockere Laubwand:**  
Beschattung ↘  
Ventilation ↗  
Transpiration/Blatt (↗)  
Transpiration/Stock (↘)

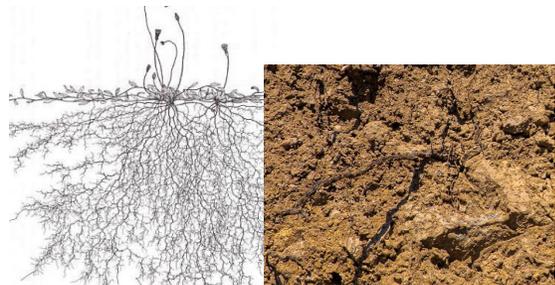
**Helle Oberflächenfarben:**  
Strahlungsreflexion ↗  
Bodentemperaturen ↘



**Niedere Bodenvegetation:**  
Strahlungsreflexion ↗  
Beschattung ↘  
Luftabfluss/Durchlüftung ↗  
Wasserbedarf ↘



**Wenig Bodendeckung**  
Wärmeleitung ↘  
Austrocknung ↗  
Überhitzung ↗



**Große Wurzeltiefen/-dichten:**  
Bodenwasseraufnahme ↗  
Trockentoleranz ↗

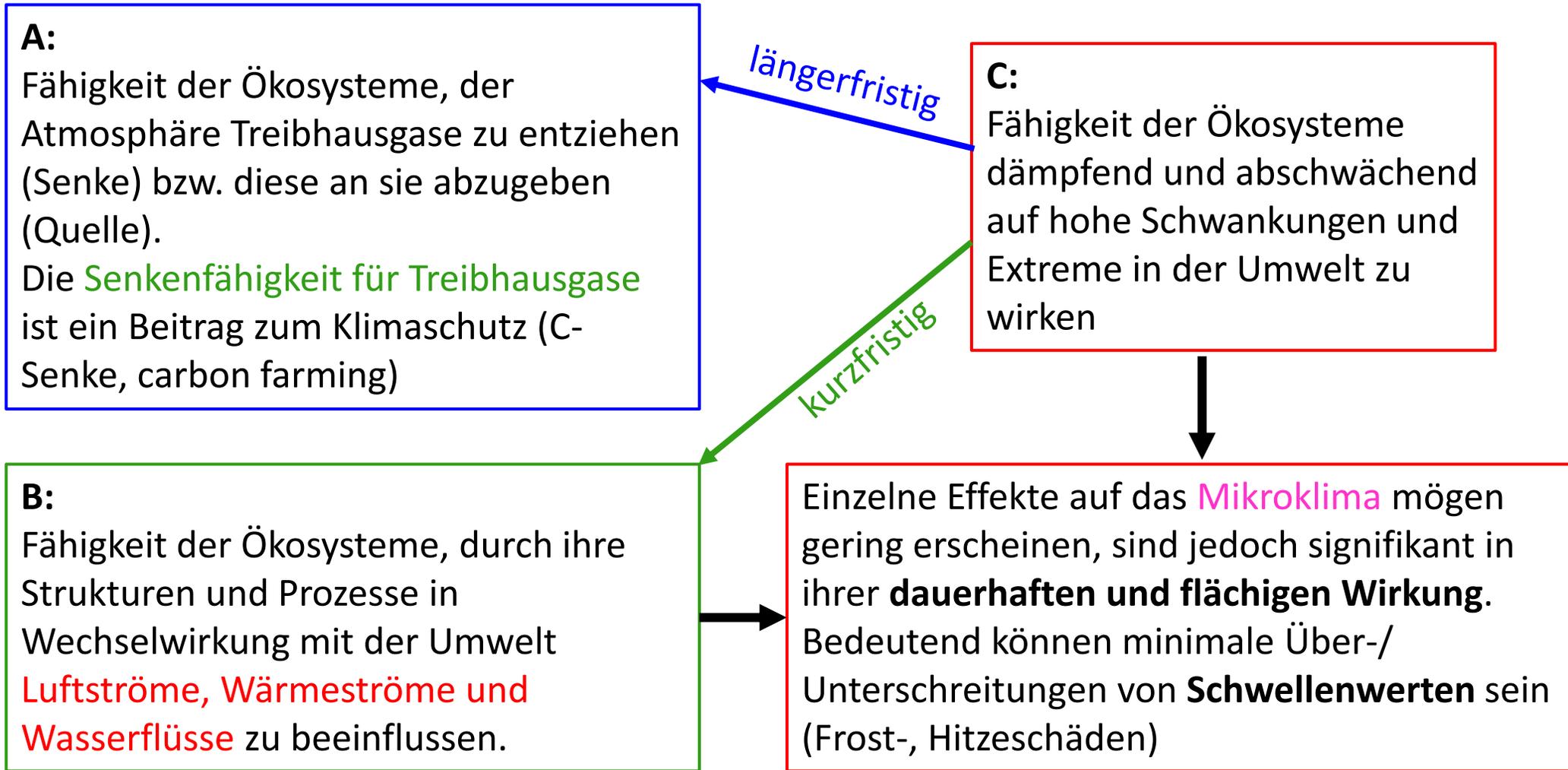
**Hohe Bodenveget.:**  
Strahlungsreflexion ↘  
Beschattung ↗  
Durchlüftung ↘  
Wasserbedarf ↗



Fotos: © R. Achtziger



**Klima-  
regulation**  
besteht in der



Betts, R. et al. (2005) Climate and air quality. In: Millenium ecosystem assessment, Full Report, Vol. 1, Chapter 13, 357-390 [<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.282.aspx.pdf>]

Hofmann, M., Hoppmann, D., Schultz, H. R. (2006) Einfluss der Klimaveränderung auf die phänologische Entwicklung der Rebe sowie die Säurestruktur der Trauben. Vortrag, FA Geisenheim, DDW Geisenheim. [<https://www.hlnug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/fachtagung/schultz.pdf>]

Huglin M. P. (1978) Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. Comptes rendus des séances de l'Académie d'agriculture de France. 1117-1126

Stoll, M. Tittmann, S., Schultz H. R. (2012) Laubwand – so viel wie nötig. Der Deutsche Weinbau 11, 22-24